

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-5977

(43) 公開日 平成8年(1996)1月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/13	5 0 5			
G 0 2 B 5/30				

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-132980

(22) 出願日 平成6年(1994)6月15日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 吉澤 鐵夫

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 黒川 隆志

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

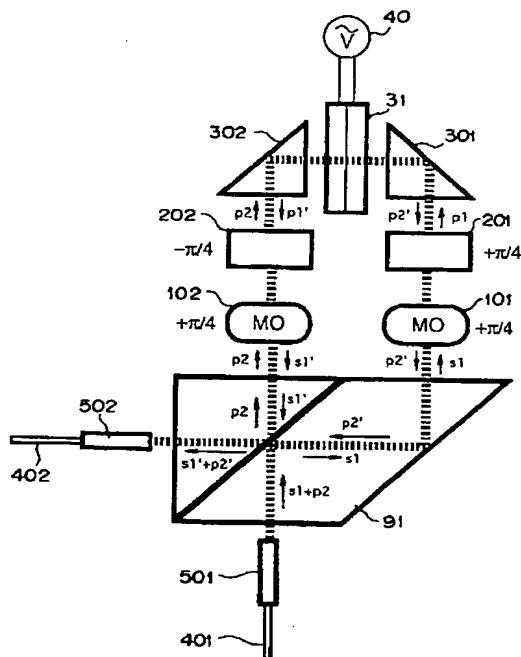
(74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 可変波長液晶光フィルタ

(57) 【要約】

【目的】 液晶セルのギャップを厳密に制御しない汎用精度で作製された液晶セルを用いても、偏波依存性のない可変波長液晶光フィルタを提供することを目的とする。

【構成】 偏波スプリッタ91で分けた光ビームは、それぞれ磁気光学素子101、102と旋光子201、202とを透過して同一の偏波状態となり、直角プリズム301、302により互いに反対方向から液晶セル31の同一の位置に入射させる光学系を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射光を、偏波状態の異なる第1の光ビームと第2の光ビームとに分離する偏波スプリッタと、該偏波スプリッタにより分離された前記第1の光ビームを透過する第1の磁気光学素子と、該第1の磁気光学素子を透過した前記第1の光ビームを透過する第1の旋光子と、該第1の旋光子を透過した前記第1の光ビームの進行方向を変更する第1の光学部品と、該第1の光学部品により進行方向を変更した前記第1の光ビームが入射されるファブリペローエタロン構造の液晶セルと、前記偏波スプリッタにより分離された前記第2の光ビームを透過する第2の磁気光学素子と、該第2の磁気光学素子を透過した前記第2の光ビームを透過する第2の旋光子と、該第2の旋光子を透過して前記第1の光ビームと同一の偏波状態となる前記第2の光ビームを、前記第1の光ビームの入射位置と同一の位置に前記第1の光ビームとは反対方向から前記液晶セルに入射させるように、前記第2の光ビームの進行方向を変更する第2の光学部品とを含むことを特徴とする可変波長液晶光フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、波長多重された光信号の中から任意の波長の光信号のみを通過させるための液晶を用いた可変波長液晶光フィルタに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図1は、従来のこの種の光フィルタの基本構成を示す平面図である。図中符号21および22は、光軸に対して直交し、かつ、一定の間隔をもって互いに対向する位置に配置された一対の複屈折板である。これら複屈折板21および22の各対向面の一部には1/2波長板11および12が貼り付けられている。また、両複屈折板21および22の間の空間にはファブリペローエタロン構造の液晶セル31が光軸に垂直に配置されている。

【0003】図2は、上記液晶セル31の構成を示す概略断面図である。図2に示すように、液晶セル31は、一定のギャップをもって互いに対向する一対の透明基板41および42と、これら透明基板41および42の各対向面上に形成された透明電極としてのITO（酸化インジウム・錫化合物）膜51および52と、これらITO膜51および52上に設けられた誘電体からなるミラー膜61および62と、これらミラー膜61および62上に設けられた液晶の配向膜71および72と、これら配向膜71および72間のギャップ内に充填された液晶81とから概略構成されている。配向膜71および72は各配向方向が互いに平行になるように形成されており、液晶81はホモジニアス配列で電界制御複屈折効果（ECB）モードとなるように充填されている。また、ITO膜51および52間には所定の電圧を印加する電

源装置40が接続されている。

【0004】光ビームが、上記のような構成のネマチック液晶セル31を透過するとき、ITO膜51および52に印加される電圧の大きさに応じて液晶81の屈折率が変化するため、共振波長が変化し、光ビームのうち特定の波長の光だけが選択されて透過する。従って、この液晶セル31は可変な光フィルタとして機能する。

【0005】しかし、実際には液晶のもつ複屈折性のために、透過する光ビームの偏波状態によって同じ電圧でも共振波長が大きく異なる。

【0006】図1に示した光フィルタは、液晶セル31の偏波依存性の解消をねらいとしたものである。この光フィルタにおいては、複屈折板21に入射された光ビームAは直進する偏波成分Pと屈折する偏波成分Sとに分かれる。偏波成分Pはそのまま液晶セル31に入るが、偏波成分Sは1/2波長板11を透過してP偏波に変更されてから液晶セル31に入り、光ビームAはすべて同一偏波で液晶セル31を透過し波長選択され、それぞれの光ビームは1/2波長板12と複屈折板22を透過することによって一つの光ビームBとなって出射される。

【0007】このような構成となっているため、液晶セル31を透過する光ビームは共に同一偏波であるため偏波依存性は発生しない。しかし、2つの光ビームが透過する液晶セル31内の位置が異なるため、それぞれの透過位置における液晶セル31のギャップが厳密に一致していない場合には選択される波長に違いが生じ、入力する光の偏波状態の違いによって損失が変動するなどの問題があった。このため、光フィルタに用いられる液晶セルのギャップの均一性を精密に制御するなどのセル作製上の問題が生じ、組立の際の調整などが技術的に困難であった。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、液晶セルギャップを厳密に制御しない汎用精度で作製された液晶セルを用いても、偏波依存性のない可変波長液晶光フィルタを提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、可変波長液晶光フィルタであって、入射光を、偏波状態の異なる第1の光ビームと第2の光ビームとに分離する偏波スプリッタと、該偏波スプリッタにより分離された前記第1の光ビームを透過する第1の磁気光学素子と、該第1の磁気光学素子を透過した前記第1の光ビームを透過する第1の旋光子と、該第1の旋光子を透過した前記第1の光ビームの進行方向を変更する第1の光学部品と、該第1の光学部品により進行方向を変更した前記第1の光ビームが入射されるファブリペローエタロン構造の液晶セルと、前記偏波スプリッタにより分離された前記第2の光ビームを透過する第2の磁気光学素子と、該第2の磁気光学素子を透過

した前記第2の光ビームを透過する第2の旋光子と、該第2の旋光子を透過して前記第1の光ビームと同一の偏波状態となる前記第2の光ビームを、前記第1の光ビームの入射位置と同一の位置に前記第1の光ビームとは反対方向から前記液晶セルに入射させるように、前記第2の光ビームの進行方向を変更する第2の光学部品とを含むことを特徴とする。

【0010】即ち、本発明は、偏波スプリッタで分けた2つの光ビームをそれぞれ磁気光学素子と旋光子を透過させて同一の偏波状態とした後、それぞれ直角プリズムにより2つの光ビームを互いに反対方向から液晶セルの同一位置に入射させることを最も主要な特徴とする。従来の技術においては、液晶セルに2つの光ビームが同じ方向から入射し、液晶セルの異なる位置に入射するようにしていたが、本発明では偏波分離後の2つの光ビームが液晶セルに入る際に、液晶セルの異なる位置ではなく同一位置にしかも互いに反対方向から入るようにした点で異なる。

【0011】

【作用】本発明においては、偏波スプリッタにより分離された2つの光ビームを、同一の偏波状態で、液晶セルの同一位置に互いに反対方向から透過することにより、各光ビームに対して全く同一の波長選択を行うことができる。このため、ギャップの平行精度を厳密に制御していない汎用の液晶セルを用いても、出射光ビームの広がりを抑えることができ、かつ、分離の解消を行うことができる。

【0012】また、偏波スプリッタで分離された2つのビームが、向きは反対であるが同一の経路を通りそれぞれ同一の光学素子を1回づつ透過することになるため、個々の光学部品の特性のバラツキから生ずる光ビームの位相のズレ等を補償する作用がある。

【0013】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0014】図3は、本発明の変波長液晶光フィルタの基本原理を説明するための平面図である。図中符号91は偏波スプリッタであり、101および102は $+\pi/4$ 回転の磁気光学素子であり、201は $+\pi/4$ 回転の旋光子であり、202は $-\pi/4$ 回転の旋光子であり、301および302は直角プリズムであり、31は図1および2に示した液晶セルと同一の構成を有する液晶セルである。これら各構成要素は、図3のそれぞれ点線で示す光軸に対して直交するように配置されている。

【0015】このような構成の変波長液晶光フィルタにおいては、直交する偏波成分S1とP2からなる光ビームがコリメートレンズ501から入射されると、まず偏波スプリッタ91で光ビームはS1成分とP2成分とに分離される。分離されたS1成分は磁気光学素子101を透過することによって $+\pi/4$ 回転させられ、さら

に旋光子201を透過することによりさらに $+\pi/4$ 回転させられるため、合計 $+\pi/2$ の回転となり直交する偏波に変換されてP1となる。このP1成分は、直角プリズム301により、その進行方向を液晶セル31に向けられる。P1成分は、液晶セル31を透過することにより波長選択されてP1'成分となり、直角プリズム302を通過して旋光子202に入り $-\pi/4$ 回転させられ、次に磁気光学素子102に入る。この磁気光学素子102の透過が逆方向の透過であるため、 $-\pi/4$ 回転させられ、結果的として $-\pi/2$ 回転させられることとなり、再び直交する偏波に変換されてS1'成分となり、偏波スプリッタ91に戻ってコリメートレンズ502を経て光ファイバ401から出射される。

【0016】一方、偏波スプリッタ91で分離されたP2成分は磁気光学素子102を透過することにより $+\pi/4$ 回転させられるが、旋光子202で $-\pi/4$ 回転するため元のままの偏波状態となる。このP2成分は直角プリズム302により、その進行方向を向けられる。P2成分は液晶セル31により波長選択されてP2'成分となって直角プリズム301を通過し旋光子201に入る。この旋光子201によりP2'成分の光ビームは $+\pi/4$ 回転させられ、次に磁気光学素子101に入るが、この場合も逆方向の透過のため $-\pi/4$ 回転し、元のままの偏波状態のP2'の状態偏波スプリッタ91に戻ってコリメートレンズ502を経て光ファイバ402から出射される。

【0017】このように、液晶セル31を透過する2つの光ビームは、液晶セル31の同一の位置を同一の偏波状態で透過するため液晶セル31に電源装置40により電圧を印加してもそれぞれの光ビームに対して全く同一の波長選択が行われる。従って、液晶セル31として汎用の表示用液晶セルギャップ程度の平行精度の液晶セルの使用が可能となり、そのような液晶セルを用いても、本発明の目的である出射光ビームの広がりを抑えることができ、かつ、分離の解消を行うことができる。

【0018】図3の配置においては、偏波スプリッタで分離された2つのビームが、向きは反対であるが同一の経路を通りそれぞれ同一の光学素子を1回づつ透過することになる。したがって個々の光学部品の特性のバラツキから生ずる光ビームの位相のズレ等を補償する作用がある。

【0019】（実施態様例）図4は、本発明の変波長液晶光フィルタの実施態様例を説明するための概略斜視図である。図中符号401は光ビームの入射ファイバ、402は光ビームの出射ファイバ、501と502はコリメートレンズである。図4において、図3に示したフィルタを構成する各要素の構成と同一の構成を有する要素には同一符号を付し、その部分について説明を省略する。本例の偏波スプリッタ91、磁気光学素子101および102、旋光子201および202、直角プリズム

301および302はそれぞれ入射光ビームに対して直交するように配置されており、液晶セル31は反射光が妨害とならないようやや傾けて（約1度）配置されている。液晶セル31は図3に示した液晶セルと同一の構成を有する液晶セルである。

【0020】このような構造の変波長液晶光フィルタにおいては、種々の波長の光信号が混在した光が入射ファイバ401に導入されると、コリメートレンズ501で平行光ビームとなり、偏波スプリッタ91で2つの偏波成分に分けられ、一方の偏波成分は、磁気光学素子101、旋光子102、直角プリズム301を通過した後、液晶セル31の透過によって波長選択され、その後、直角プリズム302、旋光子202、磁気光学素子102を通過して偏波スプリッタ91に戻った後、コリメートレンズ502に入り出射ファイバ402から出射される。偏波スプリッタ91で分けられた他方の偏波成分は、磁気光学素子102、旋光子202、直角プリズム302を通過した後、液晶セル31の透過によって波長選択され、その後、直角プリズム301、旋光子201、磁気光学素子101を通過して偏波スプリッタ91に入った後、波長選択されたもう一方の偏波成分と合流してコリメートレンズ502に入り出射ファイバ402から出射される。必要な波長の光信号は液晶セル31に印加する電圧によって選択される。

【0021】この構成で、波長1520～1580nmの間で、選択波長半値幅0.3nmの液晶セルを用いてフィルタ特性を調べたところ、挿入損失は3dB、偏波依存性は0.1dB以下であった。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の変波長\*30

\*液晶光フィルタによれば、波長多重光信号の信号分離において、偏波無依存性を損なうことなく、鋭い単一の光ビームの波長選択を汎用精度の安価な液晶セルの使用で行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光フィルタの基本構成を示す平面図である。

【図2】ファブリペローエタロン構造の液晶セルの構成を示す断面図である。

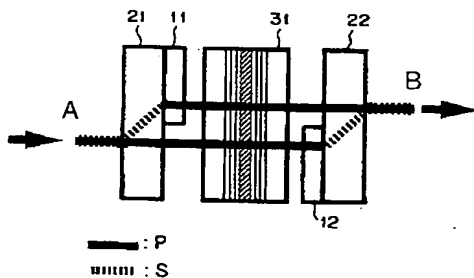
10 【図3】本発明の変波長液晶光フィルタの一実施例を示す平面図である。

【図4】本発明の変波長液晶光フィルタの他の実施例を説明するための斜視図である。

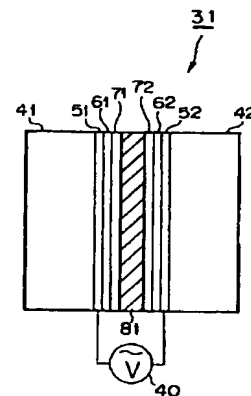
【符号の説明】

- 11, 12 1/2波長板
- 21, 22 複屈折板
- 31 液晶セル
- 40 電源装置
- 41, 42 透明基板
- 51, 52 透明電極
- 61, 62 ミラー膜
- 71, 72 配向膜
- 81 液晶
- 91 偏波スプリッタ
- 101, 102 磁気光学素子
- 201, 202 旋光子
- 301, 302 直角プリズム
- 401, 402 光ファイバ
- 501, 502 コリメートレンズ

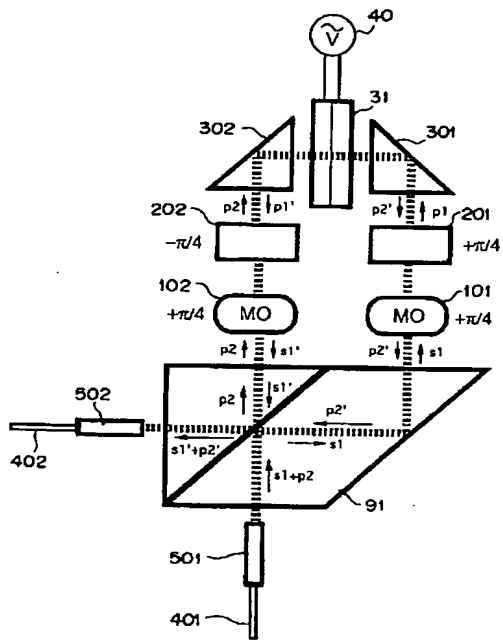
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

